



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

#2
11/4/95

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

96201394.2

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

A.G. POELS

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE, 25/11/96
LA HAYE, LE



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation

Anmeldung Nr.:
Application no.:
Demande n°: 96201394.2

Anmeldetag:
Date of filing:
Date de dépôt: 17/05/96

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
PHILIPS ELECTRONICS N.V.
5621 BA Eindhoven
NETHERLANDS

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention: Vloeibaar kristal weergeefinrichting, compensatorlaag
en werkwijze ter vervaardiging van een retardatiefolie

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:

Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:
G02F1/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

Vloeibaar kristal weergeefinrichting, compensatorlaag en werkwijze ter vervaardiging van een retardatiefolie.

De uitvinding betreft een vloeibaar kristal weergeefinrichting met een weergeefcel, die een laag nematisch vloeibaar kristal materiaal bevat tussen twee in hoofdzaak evenwijdige substraten, welke weergeefcel verder is voorzien van polarisatoren. Daarnaast betreft de uitvinding een compensatorlaag voor bijvoorbeeld
5 toepassing in vloeibaar kristal weergeefinrichtingen, alsmede een werkwijze voor het vervaardigen van een retardatiefolie.

Dergelijke weergeefinrichtingen vinden algemeen toepassing in bijvoorbeeld monitoren, TV-toepassingen en bijvoorbeeld weergeefinrichtingen in automobielen en ten behoeve van meetinstrumenten. De retardatiefolies kunnen ook
10 gebruikt worden in electro-optische modulatoren in bijvoorbeeld lasbrillen en in passieve optische elementen, bijvoorbeeld in microscopen en optiek ten behoeve van optische data-processing.

15 Een weergeefinrichting van de in de aanhef genoemde soort is bekend uit USP 5.210.630. Daarin wordt een compensatorfolie bestaande uit een optisch anisotrope laag van polymeer materiaal met een cholesterische ordening gebruikt om in een getwist nematische weergeefinrichting verkleuring tegen te gaan en een hoog contrast te verkrijgen. Het polymeer materiaal is zodanig geordend, dat er een moleculaire helix
20 valt te onderscheiden, waarbij de as van de helix dwars op de laag gericht is.

Weergeefinrichtingen uitgerust met dergelijke compensator bezitten echter nog steeds een grote hoekafhankelijkheid; hieronder wordt verstaan dat het contrast sterk afhankelijk is van de hoek waaronder of de richting van waaruit men de weergeefinrichting bekijkt.

25

De uitvinding stelt zich onder meer ten doel een weergeefinrichting van de hierboven genoemde soort te verschaffen waarin de hoekafhankelijkheid aanzienlijk

verminderd is. Tevens stelt zij zich ten doel een compensatorlaag te verschaffen die onder andere in dergelijke weergeefinrichtingen gebruikt kan worden.

Een weergeefinrichting volgens de uitvinding heeft hiertoe het kenmerk dat de weergeefcel tenminste twee retardatiefolies bevat, die in hoofdzaak

- 5 gepolymeriseerd of verglaasd (vitrified) vloeibaar kristallijn materiaal bevatten, waarbij de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd vloeibaar kristallijn materiaal een inclinatiehoek vertonen ten opzichte van de substraten en waarbij de gemiddelde orientatierichtingen van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal van elk van de retardatiefolies dwars op de
- 10 substraten gezien, een onderlinge hoek bezitten tussen 60 en 120 graden.

Het gepolymeriseerd vloeibaar kristallijn materiaal kan hierbij gedeeltelijk gepolymeriseerd zijn, maar is bij voorkeur practisch volledig gepolymeriseerd.

- Onder de orientatierichting van een vloeibaar kristal molecuul wordt in dit verband verstaan de loodrechte projectie op een substraat van de director van het
- 15 vloeibaar kristal molecuul. Onder een retardatiefolie wordt verstaan een folie of laag met dubbele breking, ofwel een optisch compenserend of vertragend effect (een optisch anisotrope laag).

- De uitvinding berust onder meer op het inzicht dat ten gevolge van de inclinatiehoek van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd
- 20 vloeibaar kristal materiaal de retardatie van één van de retardatiefolies als het ware de retardatie van een deel van de vloeibaar kristal moleculen in de weergeefcel in aangestuurde toestand compenseert; de retardatie van het andere retardatiefolie compenseert als het ware de retardatie van een ander deel van de vloeibaar kristal moleculen in de weergeefcel in aangestuurde toestand.

- 25 De uitvinding berust verder op het inzicht dat dergelijke lagen van gepolymeriseerd vloeibaar kristal materiaal op eenvoudige wijze vervaardigd kunnen worden door bijvoorbeeld "spin-coaten" van nematisch vloeibaar kristal materialen of door polymerisatie in de smectische C-fase of door verglazing. Afhankelijk van de wijze van vervaardiging bezitten de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd
- 30 vloeibaar kristallijn materiaal ten opzichte van de substraten een inclinatiehoek die varieert (bijvoorbeeld door gebruik te maken van oppervlakte-actieve stoffen) of practisch constant is. Dit kan worden vastgesteld met behulp van conoscopie of microscopie met gepolariseerd licht (polarizing microscopy).

Een voorkeursuitvoering van een weergeefinrichting volgens de uitvinding heeft het kenmerk dat de orientatierichting van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal in tenminste een van de retardatiefolies in hoofdzaak constant is.

- 5 In de praktijk maken in een vloeibaar kristal weergeefinrichting bij de gebruikelijke spanning over het vloeibaar kristal materiaal in de aan-toestand de directoren in dit materiaal nog een kleine hoek met de richting loodrecht op de substraten. Hierdoor is de dubbele breking voor verschillende kijkhoeken verschillend en niet symmetrisch ten opzichte van een richting loodrecht op de beide substraten,
- 10 hetgeen de hoekafhankelijkheid van een vloeibaar kristal met nematische structuur verklaart. Deze dubbele breking wordt als het ware veroorzaakt door twee deellagen van vloeibaar kristal materiaal waarin de optische eigenschappen van een deellaag bepaald wordt door de gemiddelde inclinatiehoek in de betreffende deellaag ten opzichte van de substraten en door de gemiddelde orientatierichting; bij voldoende hoge spanning
- 15 over de vloeibaar kristallaag is de gemiddelde orientatierichting in de deellaag ongeveer gelijk aan de orientatierichting, zoals bepaald door de orientatielagen op het substraat, zodat de waarde van het verschil in orientatierichting tussen de twee deellagen praktisch de twisthoek is. De hoekafhankelijkheid kan nu volgens de uitvinding grotendeels worden opgeheven door de gemiddelde orientatierichtingen van de vloeibaar kristal
- 20 moleculen in het gepolymeriseerd vloeibaar kristallijn materiaal van de retardatiefolies elkaar te doen kruisen met een hoek, die praktisch constant is (bijvoorbeeld gelijk aan de twisthoek van de weergeefcel). De inclinatiehoeken van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd vloeibaar kristallijn materiaal ten opzichte van de substraten kunnen zodanig ingesteld worden dat de uit de retardatiefolies samengestelde
- 25 compensator de hoekafhankelijkheid van de cel praktisch volledig compenseert.

Door het gebruik van polymeer (of verglaasd) materiaal dat verkregen wordt uit een vloeibaar kristal monomeer kan de inclinatie (tilt) van de vloeibaar kristal moleculen (directorprofiel) tijdens de vervaardiging van een retardatiefolie worden verkregen.

- 30 Als materiaal voor de retardatiefolies komen in principe alle vloeibaar kristallijne polymere materialen in aanmerking. De voorkeur gaat echter uit naar vloeibaar kristallijne polymere materialen, die het reactieproduct zijn van monomeren of een mengsel van monomeren die een reactieve groep bevatten. Dergelijke polymere

materialen hebben als voordeel dat de oriëntatie van het vloeibaar kristallijne groepen kan plaatsvinden voordat de polymerisatie plaatsvindt. Door de polymerisatie wordt een dergelijke oriëntatie als het ware ingevroren. Opgemerkt wordt dat een dergelijk mengsel tevens nog niet-reactieve vloeibaar kristallijne monomeren kan bevatten. De
5 reactieve monomeren bezitten bij voorkeur een vloeibaar kristallijne groep.

Als reactieve groep kunnen vinyl ethers, thioleensystemen of epoxy-groepen worden toegepast. De voorkeur gaat echter uit naar reactieve groepen in de vorm van (meth)acrylaatgroepen. Monomeren met een (meth)acrylaatgroep hebben zich in de praktijk als zeer goed verwerkbaar bewezen. De monomeren kunnen in principe
10 thermisch gepolymeriseerd worden. Radicaal-polymerisatie onder invloed van actinische straling, in het bijzonder van UV-licht, blijkt in de praktijk het eenvoudigst te realiseren. Dit heeft als voordeel dat men zelf de temperatuur kan kiezen waarbij het mengsel gepolymeriseerd dient te worden. De keuze van deze temperatuur is vaak van groot belang omdat de vloeibaar kristallijne eigenschappen van het te polymeriseren
15 mengsel sterk afhangen van de temperatuur.

Bij voorkeur bevat het te polymeriseren mengsel tevens monomeren met twee of meer reactieve groepen van het bovengenoemde type. De aanwezigheid van dergelijke monomeren leidt bij polymerisatie tot de vorming van een drie-dimensionaal netwerk. Hierdoor wordt de gevoeligheid van de optische eigenschappen van de
20 inventieve retardatiefolie voor temperatuurschommelingen minder. Met name voor folies die bij verschillende temperaturen worden ingezet is een dergelijke geringe temperatuurafhankelijkheid van de optische eigenschappen zeer gunstig.

Vloeibaar kristallijne moleculen die in het kader van de huidige uitvinding toegepast kunnen worden beantwoorden aan de algemene formule

25
$$A-B-M-(B)-(A)$$

Hierbij stelt M een vloeibaar kristallijne groep voor. Geschikte groepen M zijn onder meer bekend uit USP 4.398.803 en WO 95/24454. B stelt een zogenaamde spacer-groep voor. Afhankelijk van de gewenste eigenschappen bevatten de gebruikte monomeren een of twee spacer-groepen. Spacer-groepen zijn eveneens bekend uit de genoemde oc-
30 troopublicaties. A stelt een reactieve groep voor van de voornoemde soort. De vloeibaar kristallijne moleculen kunnen zowel een als twee reactieve groepen bevatten. Zoals gezegd kan een deel van de in het mengsel aanwezige vloeibaar kristallijne

moleculen niet-reactief zijn. In dat geval bevatten deze moleculen geen groepen van het A-type.

Een voorkeursuitvoeringsvorm van de weergeefinrichting heeft als kenmerk, dat het gepolymeriseerde materiaal vloeibaar kristallijne moleculen bevat die aan het ene uiteinde voorzien zijn van een apolaire groep en die aan het andere uiteinde voorzien zijn van een polaire groep. De aanwezigheid van dit type vloeibaar kristallijne moleculen leidt ertoe dat het vloeibaar kristallijne materiaal van het te polymeriseren mengsel op korte afstand van het substraat de homeotrope fase aanneemt. Hierdoor verloopt de gewenste ordening van de tilt in het vloeibaar kristallijne materiaal van de retardatie folie nagenoeg spontaan. In dit geval zijn derhalve geen behandelingen met elektrische velden nodig om deze tilt te induceren. Dit vereenvoudigt de vervaardiging van dergelijke folies.

Vloeibaar kristallijne moleculen met een polair en een apolair uiteinde voldoen aan de algemene formule

15
$$R-B-M-Z$$

waarbij B en M de voornoemde betekenis hebben. De spacergroep B fungeert in dit geval als de apolaire groep van het molecuul. Z stelt in dit geval een polaire groep voor, zoals bijvoorbeeld $-CN$, $-OH$, $-NO_2$, $-COOH$ of $-C(O)O-CH_3$. R staat voor een verdere substituent.

20 Een verdere voorkeursuitvoeringsvorm van de weergeefinrichting heeft als kenmerk, dat de vloeibaar kristallijne moleculen aan het uiteinde met de apolaire groep covalent gebonden zijn aan het gepolymeriseerde of verglaasde materiaal. Dit wordt bereikt door voor R een reactieve groep van het voornoemde type te kiezen. Deze maatregel leidt ertoe dat de gevoeligheid van de optische eigenschappen van de inventieve retardatiefolie voor temperatuurschommelingen minder wordt. Met name 25 voor folies die bij verschillende temperaturen worden ingezet is een dergelijke geringe temperatuurafhankelijkheid van de optische eigenschappen zeer gunstig.

De inclinatie kan in hoofdzaak uniform zijn. Ook kan tijdens de vervaardiging aan één of beide grensoppervlakken een pretilt worden opgelegd, 30 bijvoorbeeld met de methode beschreven in USP 5.155.610. Afhankelijk van de keuze van deze pretilt krijgt de optisch anisotrope laag dan bijvoorbeeld een "splay-deformatie". Ook kan men het uiteindelijke directorprofiel tijdens de vervaardiging met behulp van elektrische of magnetische velden of beide beïnvloeden. Dit kan dan

bijvoorbeeld resulteren in een voorkeursrichting voor de directoren. Een dergelijke voorkeursinrichting kan ook worden verkregen tijdens polymerisatie in de smectische C-fase van vloeibaar kristallijne materialen.

5

Deze en andere aspecten van de uitvinding zullen thans nader worden toegelicht aan de hand van enkele uitvoeringsvoorbeelden en de tekening, waarin

10 Figuur 1 schematisch een dwarsdoorsnede van een gedeelte van een vloeibaar kristal weergeefinrichting volgens de uitvinding toont,

 Figuur 2 een deel van de inrichting volgens Figuur 1 toont,

 Figuur 3 schematisch het optisch gedrag van een bekende inrichting analoog aan Figuur 2 verklaart met zogeheten indicatrices,

15 Figuur 4 schematisch de verschillen toont tussen de weergeefinrichting van de uitvinding en die volgens Figuur 3

 de Figuren 5 en 6 schematisch compensatorlagen volgens de uitvinding tonen, terwijl

 Figuur 7 isocontrastcurves toont van een weergeefinrichting volgens de uitvinding en

20 Figuur 8 de structuurformules van een aantal gebruikte materialen toont.

 Figuur 1 toont schematisch een dwarsdoorsnede van een gedeelte van een vloeibaar kristal weergeefinrichting bevattende een vloeibaar kristal cel 1 met een
25 getwist nematisch vloeibaar kristal materiaal 2 dat zich tussen twee substraten 3,4 van bijvoorbeeld glas, voorzien van elektroden 5,6 bevindt. De inrichting bevat verder twee polarisatoren 7,8, waarvan de polarisatierichtingen onderling loodrecht gekruist zijn. De cel bevat verder niet getoonde oriëntatielagen die het vloeibaar kristal materiaal aan de binnenwanden van de substraten oriënteren, in dit voorbeeld in de richting van de
30 polarisatieassen van de polarisatoren, zodanig dat de cel een twisthoek van 90 graden bezit. Het vloeibaar kristal materiaal heeft in dit geval een positieve optisch anisotropie en positieve dielectrische anisotropie. Indien de elektroden 5,6 met een elektrische spanning bekrachtigd worden richten de moleculen, en daarmee de directoren zich

derhalve naar het veld. In het ideale geval staan alle moleculen dan ook praktisch loodrecht op de beide substraten (situatie 11 in Figuur 2). In de praktijk echter vergt deze situatie een te hoge spanning; bij gebruikelijke spanningen maken de moleculen een kleine hoek met de normaal op de substraten 3,4, overeenkomend met situatie 12 in Figuur 2. Hierdoor kijkt men vanuit de richting 13 veel meer in de richting van de moleculen, zodat voor bij deze spanning nog doorgelaten licht een sterke en bovendien asymmetrische hoekafhankelijkheid optreedt. Deze hoekafhankelijkheid kan verklaard worden met de zogenaamde "optische indicatrix", een driedimensionale geometrische weergave van de brekingsindex voor elke richting waarin de vector van de elektrisch veld component van het licht kan oscilleren. Voor optisch isotroop materiaal is deze bolvormig, voor biaxiaal materiaal is het een ellipsoïde en voor uniaxiaal materiaal een ellipsoïde met axiale symmetrie. Omdat in het ideale geval het vloeibaar kristal materiaal in de aangestuurde toestand over praktisch zijn hele dikte uniaxiaal is (in praktisch alle molecuullagen, met uitzondering van enkele molecuullagen nabij de substraten, staan de moleculen loodrecht op de substraten) kan de situatie 11 van Figuur 2 worden weergegeven door de indicatrix 14 in Figuur 3 met een ellipsoïde-vorm met de hoofdas dwars op de vloeibaar kristal laag, waarbij de brekingsindex n_z loodrecht op de substraten groter is dan die in de vlakken evenwijdig aan de substraten ($n_x = n_y$).

Doordat de vloeistof niet isotroop is treedt dubbele breking op.

Aangetoond kan worden dat deze gecompenseerd kan worden met een indicatrix 15 in Figuur 3 met een ellipsoïde-vorm met een as dwars op de vloeibaar kristal laag, waarbij de brekingsindex n_z loodrecht op de substraten kleiner is dan die in de vlakken evenwijdig aan de substraten ($n_x = n_y$).

In de praktijk echter vergt deze situatie een te hoge spanning; bij de gebruikelijke spanningen maken de moleculen een kleine hoek met de normaal op de substraten 3, 4 overeenkomend met situatie 12 in Figuur 2. Hierdoor kijkt men vanuit de richting 13 veel meer in de richting van de moleculen. In deze meer praktische situatie heeft de indicatrix 14' een hoofdas die een kleine hoek maakt met de as dwars op de vloeibaar kristallaag; de indicatrix 14 is als het ware enigszins gekanteld ten opzichte van deze as. Een goede compensatie wordt in dit geval verkregen door een compensatorlaag 9 met een indicatrix 15' verkregen door de indicatrix 15 als het ware op dezelfde wijze ten opzichte van deze as te kantelen.

- Figuur 4 toont links dezelfde situatie, namelijk de vloeistof 2 met bijbehorende indicatrix 14' en de compensatorlaag 9 met bijbehorende indicatrix 15', hier tussen gekruiste polarisatoren 7,8. Zoals rechts in Figuur 4 getoond bevat de weergeefinrichting volgens de uitvinding in dit voorbeeld twee retardatiefolies, die in
- 5 hoofdzakelijk gepolymeriseerd vloeibaar kristallijn materiaal bevatten met een inclinatiehoek van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd vloeibaar kristallijn materiaal ten opzichte van de substraten en gemiddelde orientatierichting van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd vloeibaar kristallijn materiaal die, dwars op de substraten gezien een onderlinge hoek bezitten van 90 graden. De
- 10 gepolymeriseerde vloeibaar kristal moleculen van het retardatiefolie 9^a liggen in dit voorbeeld evenwijdig aan de polarisatierichting van polarisator 8 en bezitten een gemiddelde tilhoek van 40 graden. De gepolymeriseerde vloeibaar kristal moleculen van het retardatiefolie 9^b liggen in dit voorbeeld evenwijdig aan de polarisatierichting van polarisator 9 en bezitten in dit voorbeeld eveneens een gemiddelde tilhoek van 40
- 15 graden. Voor een mogelijke verklaring van de werking is de vloeistoflaag 2 nu in drie delen opgedeeld met elk een eigen indicatrix 16, 17 en 18. De indicatrix 21 van het retardatiefolie 9^a compenseert nu als het ware de indicatrix 18 en een deel van de indicatrix 17, terwijl de indicatrix 22 van het retardatiefolie 9^b nu als het ware de indicatrix 16 en het andere deel van de indicatrix 17 compenseert.
- 20 De gemiddelde tilhoek in de retardatiefolies 9^a, 9^b kan ook verschillend zijn, bijvoorbeeld 40 en 50 graden, hetgeen in dit voorbeeld wordt bereikt door bijvoorbeeld het andere oppervlak van het retardatiefolie 9^b tegen het bovenoppervlak van het retardatiefolie 9^a te leggen
- De gemiddelde tilhoek in de retardatiefolies 9^a, 9^b is bij voorkeur groter
- 25 dan 10 graden omdat bij kleinere hoeken een te klein verschil in optisch gedrag bestaat tussen richtingen parallel en anti-parallel aan de projectie van de directoren op het substraat; anderzijds wordt deze hoek bij voorkeur niet groter dan 70 graden gekozen omdat de retardatiefolies dan teveel axiale symmetrie krijgen als functie van de kijkhoek. In het onderhavige geval is de retardatielaag als één geheel getekend, maar de lagen
- 30 kunnen zich ook aan beide zijden van de vloeistof bevinden, terwijl ook de gehele laag aan de andere zijde van de vloeistof gesitueerd kan worden.

De bijbehorende iso-contrastcurve is weergegeven in Figuur 7. Hierin is Φ de azimuth-hoek, en θ de polaire hoek tussen de kijkrichting en de normaal op het substraat.

De retardatiefolies kunnen worden vervaardigd door bijvoorbeeld twee
5 glasplaten (al dan niet met ITO bedekt) te voorzien van oriënterende lagen, bijvoorbeeld antiparallel gewreven polyimide, zodanig dat een hoge tilt wordt verkregen) en op afstand te houden met spacers. Na tussen de glasplaten een geschikt mengsel van LC-monomeren, bijvoorbeeld een mengsel van 25 gew.% C6M (zie a, Figuur 8) en 74 gew.% 495 (zie b, Figuur 8) en een geschikte initiator werd dit mengsel bij 100 graden
10 Celsius onder invloed van een zwak elektrisch veld gepolymeriseerd met UV-bestraling.

Een ander geschikt mengsel bestaat uit 40 gew.% reactie LC-materiaal (een mengsel van 25 gew.% 296 (zie c, Figuur 8) en gew.75% 716 (zie d, Figuur 8)) en 60% van een niet-reactief cyanobiphenyl mengsel. Dit mengsel werd door middel van spincoaten aangebracht op een met gewreven polyimide bedekte glasplaat en
15 vervolgens met behulp van UV-straling gepolymeriseerd in een stikstofatmosfeer. Omdat de moleculen enerzijds met een kleine tilthoek aan het polyimide georiënteerd worden, anderzijds aan het oppervlak homeotroop neigen te aligneren ontstaat een gemiddelde tilthoek α (Figuur 5). Een soortgelijke structuur wordt bereikt met moleculen die aan het substraat homeotroop en aan het oppervlak planair aligneren. Ook
20 andere methoden (aanbrengen met een doctor's blade) en substraten (direct op glas, op een geschikte kunststof zoals cellulose triacetaat) bleken hiervoor geschikt. Een ander mengsel, vrij van niet-reactie vloeibaar kristallijn materiaal, waardoor de stevigheid van de laag werd verhoogd bevatte 25 gew.% 296 (zie c, Figuur 8) en 75 gew.% 76 (zie e, Figuur 8).

25 Een compensatorlaag 9 ontstaat door twee van dergelijke retardatiefolies met variërende tilthoek samen te voegen, waarbij de richtingen van de oriëntatie van de moleculen circa 90 graden ten opzichte van elkaar gedraaid zijn. Voor een compensatorlaag bestaande uit retardatiefolies met variërende tilthoek is dit weergegeven in Figuur 5. Tussen de folies kan zich een substraat bevinden. De gepolymeriseerde
30 vloeibaar kristal moleculen in retardatielaag 9^a liggen hier met hun director 23 in het vlak van tekening, terwijl de gepolymeriseerde vloeibaar kristal moleculen in retardatielaag 9^b met hun director 23 in een vlak dwars op het vlak van tekening liggen (Figuur 5).

Voor retardatiefolies met een in hoofdzaak constante tilthoek kan ook uitgegaan worden van reactieve vloeibaar kristal moleculen, die in de smectische C-fase worden gebracht tussen oppervlakken die een homeotrope alignering bewerkstelligen, waarna de moleculen weer met UV-straling worden gepolymeriseerd. Hiermee zijn

5 hoge tilthoeken bereikbaar (tussen 40 en 89 graden) Doordat de uiteindelijke instelling temperatuurafhankelijk is, is de uiteindelijke hoek via temperatuurinstelling te beïnvloeden. Als voorbeeld wordt uitgegaan van een mengsel van 54,5 gew.% C6H (No. 23) (zie f, Figuur 8) en 44,5 gew.% No.79 (zie g, Figuur 8) en een geschikte initiator. Het mengsel werd tussen twee glasplaten aangebracht, die voorzien waren van

10 een laag homeotroop alignerend materiaal, bijvoorbeeld een polyimide zoals SE 7511L van de firma Nissan Chemical. Het mengsel werd vervolgens afgekoeld van 155 graden Celsius (isotrope toestand) tot 82 graden Celsius (smectische toestand). Voor een uniforme alignering kan een geringe verschuiving van de smectische lagen voordelig zijn. Daarna werden de reactieve moleculen weer met UV-straling worden

15 gepolymeriseerd. In Figuur 6 is getoond hoe weer twee van zulke retardatiefolies met een constante tilthoek β worden gecombineerd tot een compensatorlaag 9.

Uiteraard is de uitvinding niet beperkt tot de hier genoemde voorbeelden. Zo kunnen ook andere twisthoeken van de weergeefcel dan 90 graden worden gekozen, bijvoorbeeld tussen 60 en 120 graden; hierbij worden doorgaans ook de hoeken tussen

20 de orientatierichtingen van de retardatiefolies aangepast. Bij twisthoeken kleiner dan 60 graden treedt verkleuring en een gebrekkige uitdoving op; bij twisthoeken groter dan 120 graden wordt de transmissie-spanningscurve te steil om nog grijstinten te kennen realiseren.

Ook hoeven de orientatierichtingen van de moleculen in de retardatiefolies

25 niet per se evenwijdig aan de polarisatievlakken van de polarisatoren te liggen.

Evenmin hoeven de retardatiefolies tot een enkele compensator te worden samengevoegd; het is ook mogelijk het ene retardatiefolie aan de zijde van de ene polarisator aan te brengen en het andere retardatiefolie ter plaatse van de andere polarisator. De retardatiefolies kunnen daarbij aan de buitenkant van de cel worden

30 aangebracht maar ook aan de binnenzijde. In het laatste geval kunnen zij direct op de substraten worden aangebracht, maar ook op andere, in de cel aanwezige lagen, bijvoorbeeld op een kleurfilter of op een beschermingslaag of topcoat. Indien het retardatiefolie voldoende hardheid bezit kan het zelfs als topcoat fungeren, waarvoor het

door zijn geringe dikte (tot ca. $0,5 \mu\text{m}$) bijzonder geschikt is. Daarnaast kunnen meer dan twee retardatiefolies worden gebruikt. Eveneens kunnen de folies, zoals reeds genoemd, worden verkregen door verglazing van vloeibaar kristal moleculen, in plaats van door middel van polymerisatie.

5 In plaats van de hier getoonde aansturing met elektroden op beide steunplaten kan ook thermische adressering of adressering via plasma (plasma-addressed LCD) worden toegepast. Bij zeer hoge tilthoeken in de retardatiefolies kan het in bepaalde gevallen zelfs voordelig zijn in de molecuulstructuur een twist aan te brengen om de richting van het maximale contrast te variëren.

10 Samenvattend betreft de uitvinding een vloeibaar kristal weergeefinrichting met een weergeefcel en meerdere retardatiefolies uit gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristal materiaal, die praktisch complementaire indicatrices bezitten, zodat elk van de retardatiefolies de compensatie van ongeveer de halve weergeefcel in aangestuurde toestand bewerkstelligt.

CONCLUSIES:

1. Vloeibaar kristal weergeefinrichting met een weergeefcel, die een laag nematisch vloeibaar kristal materiaal bevat tussen twee in hoofdzaak evenwijdige substraten, welke weergeefcel verder is voorzien van polarisatoren, met het kenmerk, dat de weergeefcel tenminste twee retardatiefolies bevat, die in hoofdzaak
5 gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal bevatten, waarbij de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal een inclinatiehoek vertonen ten opzichte van de substraten en waarbij de gemiddelde orientatierichtingen van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal van elk van de
10 retardatiefolies dwars op de substraten gezien, een onderlinge hoek bezitten tussen 60 en 120 graden.
2. Vloeibaar kristal weergeefinrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de orientatierichting van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal in ten minste één van de
15 retardatiefolies in hoofdzaak constant is.
3. Vloeibaar kristal weergeefinrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de inclinatiehoek van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal in ten minste één van de retardatiefolies in een richting dwars op het folie varieert.
- 20 4. Vloeibaar kristal weergeefinrichting volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de gemiddelde inclinatiehoek van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal in het retardatiefolie een waarde van tenminste 10 graden bezit.
5. Vloeibaar kristal weergeefinrichting volgens conclusie 3 of 4, met het
25 kenmerk, dat de gemiddelde inclinatiehoek van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal in het retardatiefolie een waarde van ten hoogste 70 graden bezit.
6. Vloeibaar kristal weergeefinrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de inclinatiehoek van de vloeibaar kristal moleculen in het
30 gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal in ten minste één van de retardatiefolies in hoofdzaak constant is.

7. Vloeibaar kristal weergeefinrichting volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de inclinatiehoek van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal in het retardatiefolie een waarde van tenminste 10 graden bezit.
- 5 8. Vloeibaar kristal weergeefinrichting volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de inclinatiehoek van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal in het retardatiefolie een waarde van ten hoogste 70 graden bezit.
9. Vloeibaar kristal weergeefinrichting volgens een der vorige conclusies,
10 met het kenmerk, dat het gepolymeriseerde of verglaasde materiaal vloeibaar kristallijne moleculen bevat die aan het ene uiteinde voorzien zijn van een apolaire groep en die aan het andere uiteinde voorzien zijn van een polaire groep.
10. Vloeibaar kristal weergeefinrichting volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat de vloeibaar kristallijne moleculen aan het uiteinde met de apolaire groep
15 covalent gebonden zijn aan het gepolymeriseerde of verglaasde materiaal.
11. Compensatorlaag, met het kenmerk, dat de compensatorlaag tenminste twee retardatiefolies bevat, die in hoofdzaak gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal bevatten waarbij de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal een inclinatiehoek vertonen
20 ten opzichte van een vlak evenwijdig aan de compensatorlaag en waarbij de gemiddelde orientatierichtingen van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal van elk van de retardatiefolies dwars op het vlak evenwijdig aan de compensatorlaag gezien, een onderlinge hoek bezitten tussen 60 en 120 graden.
- 25 12. Compensatorlaag volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat de orientatierichting van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal in ten minste één van de retardatiefolies in hoofdzaak constant is.
13. Compensatorlaag volgens conclusie 11 of 12, met het kenmerk, dat de
30 inclinatiehoek van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristallijn materiaal in ten minste één van de retardatiefolies varieert.
14. Compensatorlaag volgens conclusie 11 of 12, met het kenmerk, dat de inclinatiehoek van de vloeibaar kristal moleculen in het gepolymeriseerd of verglaasd

vloeibaar kristallijn materiaal in ten minste één van de retardatiefolies in hoofdzaak constant is.

15. Compensatorlaag volgens een der conclusies 11 t/m 14, met het kenmerk, dat het gepolymeriseerde of verglaasde materiaal vloeibaar kristallijne moleculen bevat
- 5 die aan het ene uiteinde voorzien zijn van een apolaire groep en die aan het andere uiteinde voorzien zijn van een polaire groep.
16. Vloeibaar kristal weergeefinrichting volgens conclusie 15, met het kenmerk, dat de vloeibaar kristallijne moleculen aan het uiteinde met de apolaire groep covalent gebonden zijn aan het gepolymeriseerde of verglaasde materiaal.
- 10 17. Werkwijze voor het vervaardigen van een retardatiefolie, met het kenmerk, dat een vloeibaar kristallijn mengsel in de smectische C-face tussen twee homeotroop uitrichtende substraten door middel van polymerisatie wordt uitgehard.

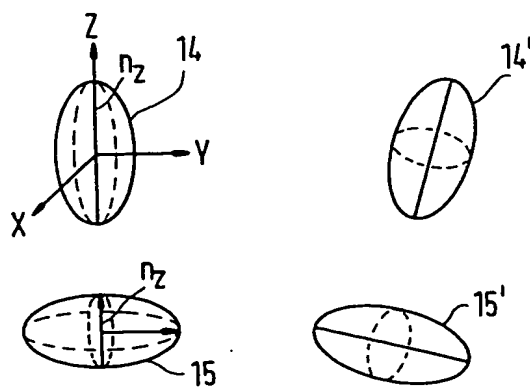
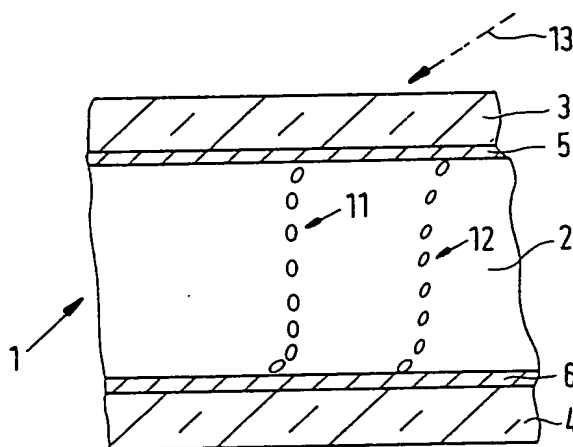
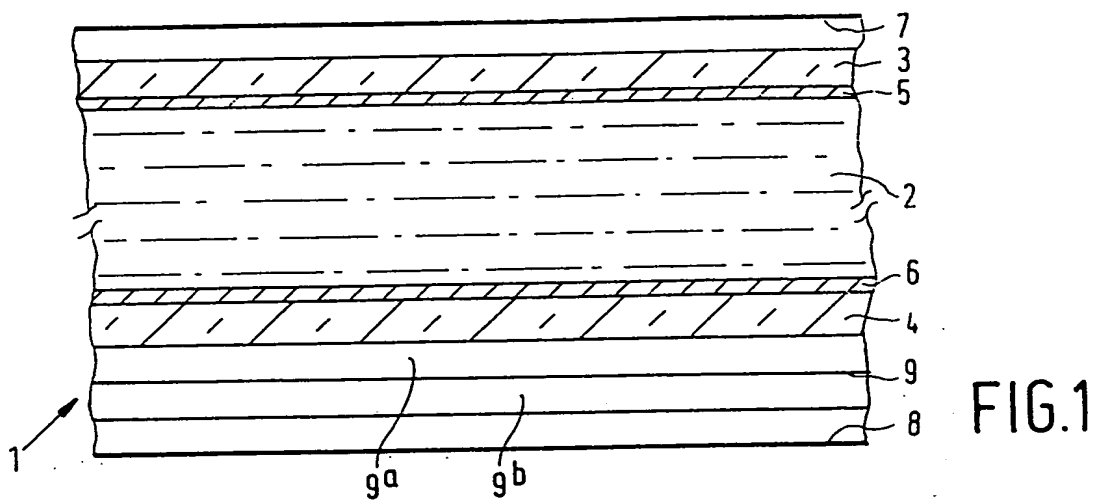
UITTREKSEL:

Vloeibaar kristal weergeefinrichting, compensatorlaag en werkwijze ter vervaardiging van een retardatiefolie.

Vloeibaar kristal weergeefinrichting met een weergeefcel en meerdere retardatiefolies uit gepolymeriseerd of verglaasd vloeibaar kristal materiaal met een tilthoek van de vloeibaar kristalmoleculen ten opzichte van een vlak evenwijdig aan de substraten, die practisch complementaire indicatrices bezitten, zodat elk van de
5 retardatiefolies de compensatie van ongeveer de halve weergeefcel in aangestuurde toestand bewerkstelligt.

Fig. 1

1/4



2/4

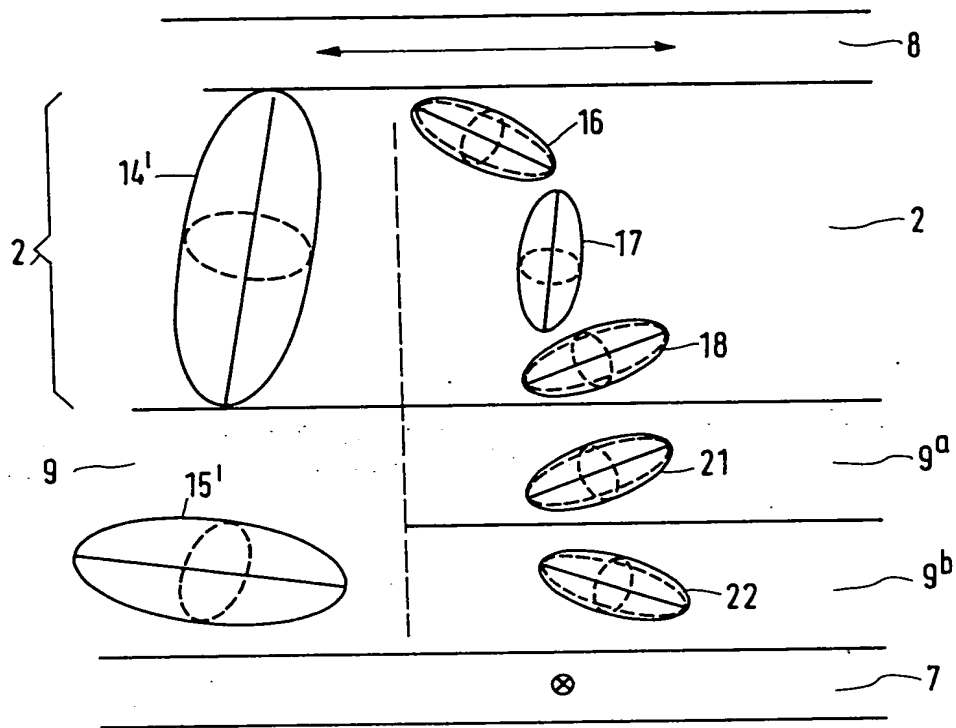


FIG. 4

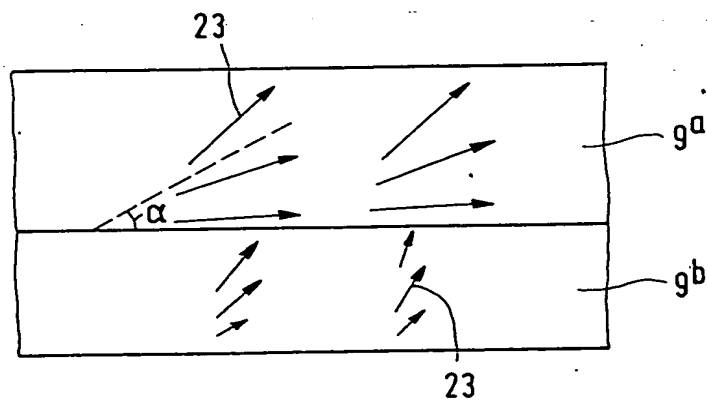


FIG. 5

3/4

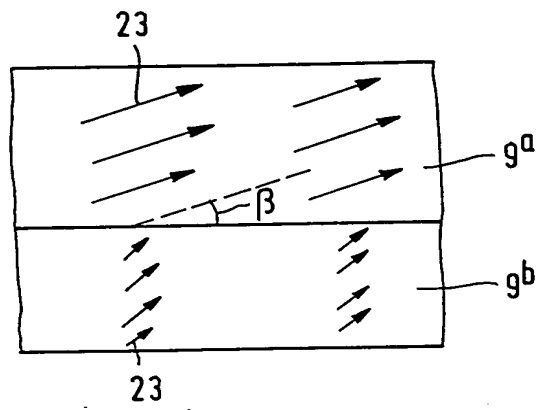


FIG.6

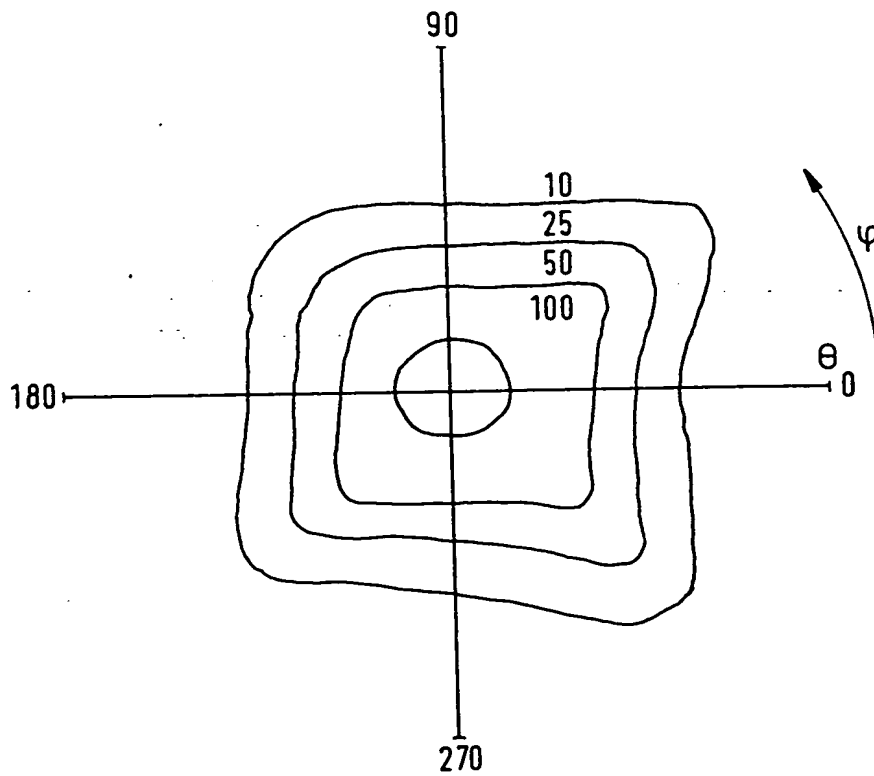


FIG.7

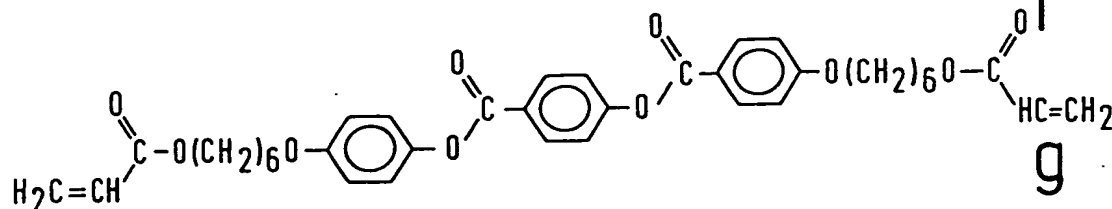
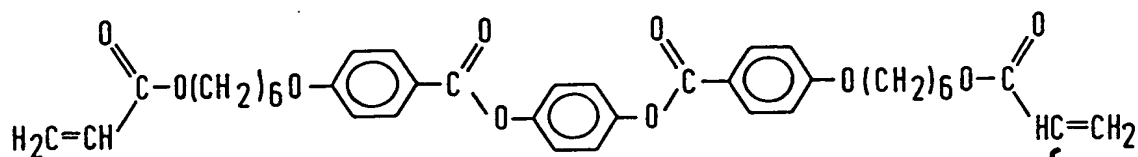
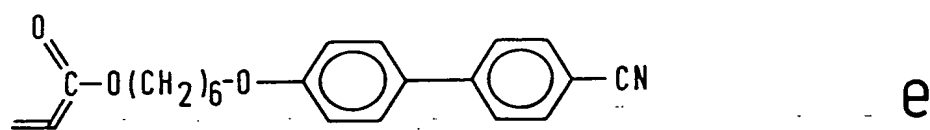
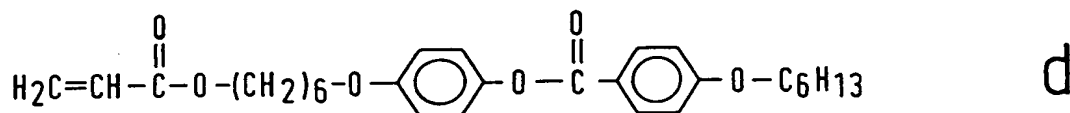
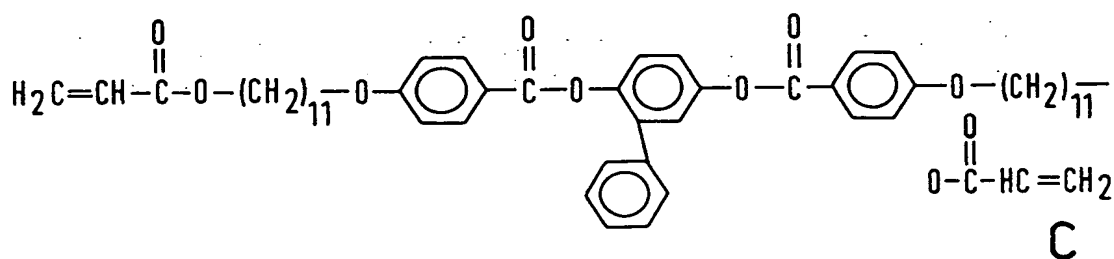
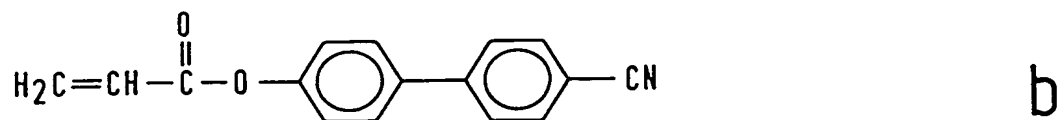
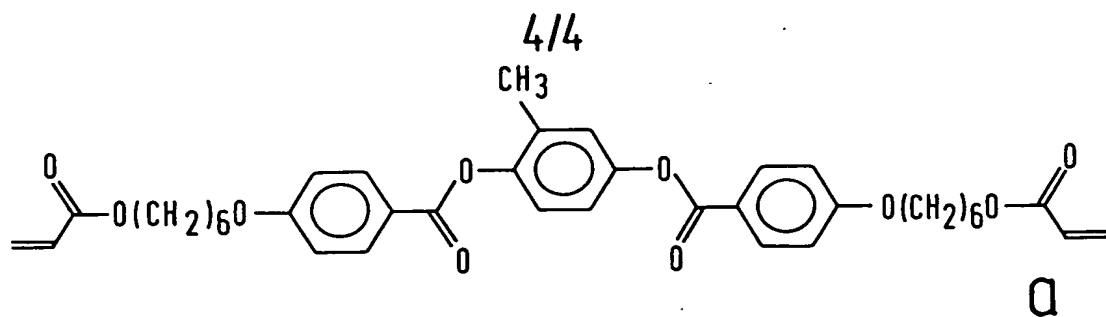


FIG.8